

44

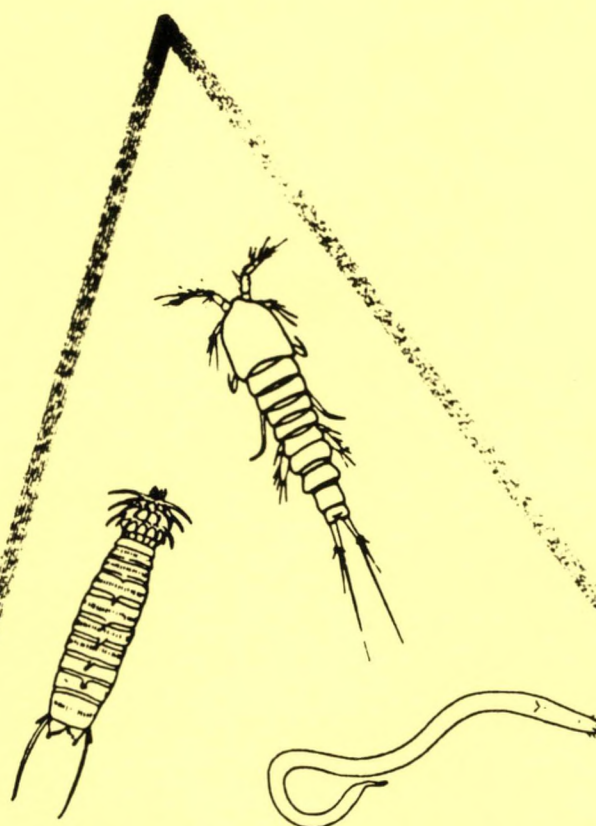
BIOMONITORING VAN MACRO- EN MEIOFAUNA
IN DE
ZUIDELIJKE NOORDZEE

S.E. HOLTSMANN

APRIL 1990

Standaard Voorschrift

II. MEIOFAUNA



H

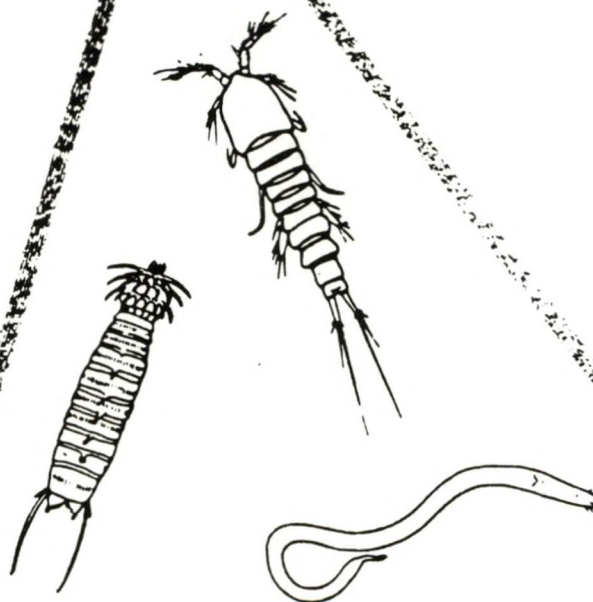
BIOMONITORING VAN MACRO- EN MEIOFAUNA
IN DE
ZUIDELIJKE NOORDZEE

31299

S.E. HOLTMANN
APRIL 1990

Standaard Voorschrift

II. MEIOFAUNA



INHOUDSOPGAVE

<u>INLEIDING</u>	1
1. <u>Algemeen</u>	1
2. <u>Bodemfauna</u>	1
3. <u>Bemonsteringsstrategie</u>	2
3.1. Puntbemonstering (tbv. I.; temporele trendmonitoring).....	2
3.2. Stratified random sampling (tbv. II.; ruimtelijke trendmonitoring)....	2
<u>WERKSCHEMA - Meiofauna</u>	3
1. <u>Monstername</u>	3
1.1. <u>Apparatuur en Reagentia</u>	3
1.1.1. Voor meiofaunabemonstering.....	3
1.1.2. Voor sediment analyse.....	3
1.1.3. Voor POC- en Chlorophylla.-analyse.....	3
1.2. <u>Bemonstering</u>	3
1.3. <u>Conservering/Opslag</u>	4
2. <u>Analyse - Meiofauna</u>	5
2.1. <u>Apparatuur en Reagentia</u>	5
2.2. <u>Kleuren</u>	5
2.3. <u>Spoelen</u>	5
2.4. <u>Determineren</u>	5
2.5. <u>Tellen</u>	6
3. <u>Analyse - Abiotische factoren</u>	6
3.1. <u>Sediment</u>	6
3.2. <u>Chlorophyll-a</u>	6
3.3. <u>Organisch koolstof (POC)</u>	6
4. <u>Resultaten verwerken</u>	7
4.1. <u>Opslag van de gegevens</u>	7
4.2. <u>Dichtheid en verspreiding</u>	7
4.3. <u>Diversiteit</u>	7
4.4. <u>Nematoda/Copepoda (N/C) ratio</u>	8
4.5. <u>Classificatie</u>	8
4.6. <u>Correlaties met (a)biotische factoren</u>	8
5. <u>Literatuur</u>	9
5.1. <u>Determinatiewerken</u>	11
<u>BIJLAGEN</u>	12
* Tellijst - Meiofauna (voorbeeld)	
* Verwerkingsschema	

INLEIDING

1. Algemeen

Dit protocol is een beschrijving van de methoden die door de MILZON - BENTHOS - WERKGROEP voor het bestuderen van het benthos van de zuidelijke Noordzee zijn gebruikt. Het dient als basisdocument voor komende bodemfauna onderzoeks activiteiten in de Noordzee, in het kader van een biomonitoringsprogramma.

Onder monitoring wordt verstaan een reeks van activiteiten, waarbij in een vaste regelmaat waarnemingen worden verricht met behulp van een eenduidige, vergelijkbare procedure tbv. gegevensinwinning, dataverwerking en vaststellen van trends in ruimte, dan wel in tijd (Nota GWWS-88.003).

Monitoring richt zich op biologische, chemische en fysische karakteristieken van een ecosysteem. Het dient zo efficiënt mogelijk opgezet te worden omdat de bemonstering en het uitwerken van de monsters routinematig moet gebeuren.

Deze voorwaarden zijn in dit protocol gespecificeerd. Er wordt ingegaan op de bemonsteringsprocedure, de analyse van de monsters en het latere uitwerken van de gegevens.

Het protocol is als standaard voorschrift op de zandige en slibrijkere sedimenttypen (10- 50 m diepte) van de zuidelijke Noordzee van toepassing en is bedoeld als basis voor het opzetten van het biomonitoringsprogramma.

Er worden algemeen gebruikte methoden beschreven waarin ervaringen uit voorgaand onderzoek van het MILZON - project in 1987, 1988 en 1989 (vgl. Groenewold & v. Scheppingen 1988a,b, 1989a,b, 1990; Dalfsen & Holtmann, 1989) zijn verwerkt.

2. Bodemfauna

De Bodemfauna (macro-en meiofauna) is in de meeste gevallen de belangrijkste primaire consument en vormt aan de andere kant een belangrijke voedselbron voor hogere niveau's in de voedselketens. Het benthos wordt gezien als een belangrijke functionele groep binnen de nutriënten kringlopen op de Noordzee (AXW-88.076; Bos et al., 1989).

Door deze intermediaire positie zijn bodemdieren gevoelig voor veranderingen in het ecosysteem, zowel van natuurlijke als menselijke oorsprong.

Op grond daarvan en door de relative immobiliteit (sedimentaire leefwijze) van de bodemfauna kan het macro- en meiobenthos als een indicator voor milieuveranderingen dienen (Rees et al., 1989).

Het meiobenthos is in de laatste jaren steeds meer opgenomen in biomonitoringsprogramma's omdat de levenscycli relatief kort zijn en er weinig levensstadia in de mobiele pelagische vorm voorkomen waardoor er een snelle reactie op veranderingen in het ecosysteem te verwachten is (Heip, 1980; Rees et al., 1989; Vincx & Heip, 1989).

Tot nu toe is er nog weinig bekend over de correlatie tussen macro- en meiofauna. Daarom is het van belang voor een benthisch onderzoek beide delen van het benthos te bestuderen.

3. Bemonsteringsstrategien

De keuzes die gemaakt moeten worden voor een geschikte bemonsteringsstrategie zijn afhankelijk van de doelstellingen van het onderzoek en de beschikbare middelen en tijd.

Hierbij worden de volgende doelstellingen onderscheiden :

- I. Monitoring tbv. het vaststellen van trends in tijd, veelal voor het vaststellen van de effectiviteit van maatregelen voor de reductie van verontreiniging dan wel van andere nadelige systeembeïnvloedende activiteiten (temporele trendmonitoring) (JMG, 1976 purpose d).
- II. Monitoring tbv. vaststellen van trend in ruimte (ruimtelijke trendmonitoring) (JMG, 1976 purpose c).

3.1. Puntbemonstering (tbv. I.; temporele trendmonitoring)

Bij een monitoringsprogramma staat het temporele aspect voorop. Er wordt daarom van een puntbemonstering gebruik gemaakt, waarbij geselecteerde stations uit het gehele te onderzoeken gebied gekozen worden, die samen een representatief beeld van de Noordzee vormen.

Op deze punten worden op bepaalde tijden van het jaar metingen van abiotische en biotische factoren gedaan.

3.2. Stratified random sampling (tbv. II.; ruimtelijke trendmonitoring)

De verspreiding van benthos populaties over de Noordzee is niet homogeen (Groenewold & v. Scheppingen 1988a, 1989a, 1990) en omdat een monster representatief voor het onderzoek gebied moet zijn, moet de selectie van de monsterlocatie gebaseerd zijn op kennis van ruimtelijke differentiatie.

Voor de biomonitoring zijn ook ruimtelijke aspecten van belang. In het begin van een monitoringproject en verder eens in de 5 jaar vinden uitgebreidere survey's plaats om te testen of de vaste stations representatief zijn voor een groter gebied.

Om hieraan te voldoen wordt er gebruik gemaakt van de " stratified random sampling - methode ".

Daarbij wordt het gebied op basis van beschikbare kennis van biota en abiota ingedeeld in deelgebieden of strata waaruit een statistisch berekend aantal monsters " at random " gekozen wordt. De indeling in strata wordt onder de aanname gedaan dat binnen de afzonderlijke strata sprake is van een homogene benthische verdeling (Elliott, 1983; Pielou, 1974; v.d. Meer, 1988).

WERKSCHEMA - Meiofauna

1. Monstername

1.1. Apparatuur en Reagentia

1.1.1. Voor meiofaunabemonstering

- Reineck boxcorer (opp. 0.068 m²)
- perspex steekbuizen ($\phi \approx 3.4$ cm, lengte ≈ 25 cm) met rubber stoppen
- plastic potten (500 ml, waterdicht afsluitbaar) met opbergkist
- watervaste viltstiften
- met borax gebufferde 6% formaline (ca. 7 g borax op 1 l 40% formaline)
- plastic slangetjes (lengte ca. 50 cm)
- tankje van ca. 10 l met aftapkraantje

1.1.2. Voor sediment analyse

- perspex steekbuizen ($\phi \approx 3.4$ cm, lengte ≈ 25 cm) met rubber stoppen
- plastic potten (250 ml)

1.1.3. Voor POC- en Chlorophyl-a.-analyse

- perspex steekbuizen ($\phi = 11$ mm, lengte ≈ 8 cm) met rubber stoppen
- kleine potjes (ca. 50 ml)
- diepvrieskist (-20°C)

1.2. Bemonstering

Op elk station ligt het schip gedurende de tijd van de bemonstering voor anker.

Voor het bemonsteren van meiobenthos in het sublitoraal wordt gebruik gemaakt van een ronde Reineck boxcorer (opp. = 0.068 m²) omdat blijkt dat een Van Veen happer bij kwantitatief onderzoek een onderschatting van de meiofauna veroorzaakt en daarom niet geschikt is voor het bestuderen van het meiobenthos (Elmgren, 1973; Chandler et al., 1988; Govaere et al., 1980; Heip et al., 1977).

De Van Veen happer schijnt niet zo gevoelig voor het weer te zijn als de Reineck boxcorer, maar uit de praktijk blijkt dat bij slecht weer ook geen goede monsters genomen kunnen worden. Deze kunnen dan alleen gebruikt worden voor kwalitatief maar niet voor kwantitatief onderzoek van meiobenthos (A. Groenewold, mond.med.).

Wordt het monster tijdens de monstername verstoord of lekt de boxcorer bij het boven water komen dan moet dit monster opnieuw worden genomen. Bij lekking is de kans groot dat het bovenste laagje sediment, waarin de meeste meiofauna zich bevindt, wegspoelt, wat een onderschatting van de dichtheden opleverd. De sedimentlaag in de boxcorer moet ten minste ± 15 cm diep zijn.

Aan boord wordt de box losgekoppeld van het frame. Het bovenstaande water wordt met behulp van plastic slangetjes tot ca. 5 cm boven de sedimentoppervlak afgeheveld.

Uit de boxcorer worden met perspex steekbuizen subsamples genomen. Deze hebben een totaal oppervlak van 10 cm² en zijn aan de onderrand schuin afgeslepen om het doordringen in het sediment te vergemakkelijken.

De steekbuizen worden voorzichtig en zo mogelijk gelijktijdig in het sediment geplaatst omdat anders de harpacticoide Copepoda bij het nemen van het eerste subsample naar de rand van de boxcorer kunnen migreren, waardoor een onderschatting van de dichtheid in het midden van de boxcorer veroorzaakt wordt (Rony Huys, mond.med.).

De monsternamediepte van de subsamples in de box is ± 14 cm wat er meestal op neer komt dat de bodem of een harde sedimentlaag is bereikt. Daarna wordt de buis van boven met een rubber stop afgesloten, voorzichtig uitgegraven en van onder ook met een stop dicht gemaakt.

Voor het monitoringsprogramma worden bij een puntbemonstering 3 boxcorer per station en uit elk 2 steekbuizen voor meiofauna genomen. Bij stratified random sampling zijn het per station 2 subsamples uit 1 boxcorer (vgl. Groenewold & v. Scheppingen, 1990).

Voor de metingen van de abiotische parameters worden bij elke bemonsteringsstrategie per boxcorer voor POC- en voor Chl.a.-bepaling ieder 2 steekbuizen ($\phi = 11$ mm) ± 3 cm diep en voor de sedimentanalyse 1 buis ($\phi = 3.4$ cm) ± 10 cm diep gestoken.

Tijdens of na de bemonstering moeten notities gemaakt worden die later van belang kunnen zijn, zoals bv. tijd en positie van de monstername, de toestand van het monster, weersomstandigheden, sporen van vervuiling of verhoogde algenconcentratie in het bovenstaande water. Deze worden vastgelegd op het monsterformulier.

1.3. Conservering/Opslag

De meiofauna monsters worden in zijn geheel in plastic potten van 500 ml opgeborgen.

De met borax gebufferde 40 % formaline wordt in een 10 l tankje met zeewater tot 6 % verdund (1 deel formaline op 5 delen zeewater).

Elk meiofauna monster wordt op de dag van de monstername in zijn geheel geconserveerd in 6 % gebufferde formaline.

Als er later niet tot op soortsniveau wordt gedetermineerd, is het niet nodig de formaline tot 70°C te verwarmen, dat tot gevolg heeft dat Nematoda zich strekken en de Ostracoda hun schelp openen (Uhlig, 1973).

De sediment monsters worden in 250 ml potten bij kamertemperatuur bewaard en de POC- en Chl.a.- monsters direct na de monstername ieder apart in een 50 ml potjes in de diepvrieskist bij -20° C ingevroren.

Op alle monsterpotten moet met een watervaste viltstift de coördinaten, de datum, het stations- en monsternummer vermeld wordt.

2. Analyse - Meiofauna

2.1. Apparatuur/Reagentia

- Bengaals Rose (1 g/100 ml)
- bekeerglas (3000 ml)
- kraan met gedemineraliseerd water
- 38 μ m metalen zeef
- perspex uitzoekbakje (8 x 5.5 cm) met 5 x 5 mm raster-indeling
- fijne prepareernaald
- stereomicroscop (vergroting: 6 t/m 50 maal) met extra verlichting
- "omkeer"microscop (vergroting: 25 t/m 400 maal)
- objectglaasjes, voorwerpglasjes
- pipetten
- determinatiewerken
- telapparaat
- tellijsten
- spuitfles met 4% formaline

2.2. Kleuren

Voor het kleuren van de monsters wordt Bengaals Rose gebruikt, omdat de kleurstof met eiwitten reageert en daarom alleen organisch materiaal rood kleurt. Daardoor wordt het sorteren vergemakkelijkt omdat de meiofauna beter te onderscheiden is van het anorganische sedimentmateriaal.

De kleurstof wordt in gedemineraliseerd water opgelost (1 g/100 ml) en per monster met een pipet ca. 5 druppels bijgevoegd. Deze monsters moeten ca. 1 dag blijven staan, tot al het organisch materiaal goed is gekleurd.

2.3. Spoelen

Om de monsters, afkomstig uit zandig sediment te spoelen, worden deze in een bekerglas van 3000 ml gegoten. Daarvoor wordt gedemineraliseerd water gebruikt om te voorkomen dat het monster verontreinigd wordt.

Nadat er ca. 1000 ml water in het bekeerglas is toegevoegd wordt het monster in het begin zacht, later iets sterker bewogen en een paar seconden gewacht tot het zwaardere materiaal is bezonken. Daarna wordt het bovenstaande water over een 0.0038 mm zeef gegoten.

Deze decantatie-procedure moet 10 keer herhaald worden om al het lichte meiofauna materiaal over te brengen op de zeef (Uhlig, 1973).

2.4. Determineren

De gespoelde monsters worden uit de zeef in een perspex uitzoekbakje van 8 x 5.5 cm met een raster-indeling van 5 x 5 mm gedaan. Voor het scheiden van de dieren van het sediment is een hele fijne prepareernaald nodig.

Met behulp van een stereomicroscop (vergroting van ca. 20 maal) worden de dieren op taxon-niveau gedetermineerd.

Door belichting zowel van onderen als van boven zijn de dieren beter te onderscheiden van de rest van het monstermateriaal. Als niet duidelijk te herkennen is bij welk taxon het dier behoort wordt het dier onder een microscop nader bekeken. Daarvoor wordt het dier met een pipet op een objectglaasje gebracht en van boven met een voorwerpglasje ingesloten.

2.5. Tellen

Elk dier wordt met behulp van een telapparaat bij het betreffende taxon geteld. De stations- en monsternummers, de monstername- en uitzoekdata en de aangetroffen aantallen per taxon wordt op een tellijst (zie bijlagen) genoteerd.

Na de analyse wordt het hele monster weer in de plastic pot terug gedaan tbv. opslag (voor latere controle of voor het maken van foto's).

3. Analyse - Abiotische parameters

3.1. Sediment

Voor de sedimentanalyse wordt het slibgehalte (de fractie kleiner dan $61.5\ \mu\text{m}$), het zandaandeel (de fractie tussen 61.5 en $1879.9\ \mu\text{m}$) als ook het percentage kalk (afkomstig van het schelpmateriaal), het grind- en humusaandeel bepaald.

Met behulp van lasertechniek (Malvern 3600 D particle sizer) wordt van het zandaandeel de korrelgrootteverdeling automatisch vastgesteld (intern voorschrift DGW - Middelburg, W. Schreurs; in: Groenewold & v. Scheppingen, 1990).

3.2. Chlorophyl-a.

Bij de Chl-a.-bepaling wordt een afgewogen hoeveelheid bodemmonster geëxtraheerd met 90% aceton door vermalen in een kogelmolen. Het extract wordt gecentrifugeerd en het supernatans geanalyseerd met behulp van een HPLC-apparaat. De elutie vindt plaats met een aceton-water gradiënt en de detectie gebeurt in een fluorimeter (extinctie-golflengte 430nm , emissie-golflengte 660nm) (intern voorschrift DGW - Middelburg, W. Schreurs; in: Groenewold & v. Scheppingen, 1990).

3.3. Organisch koolstof (POC)

Voor de POC-analyse wordt aan een hoeveelheid sediment bichromaatzwavelzuur toegevoegd waardoor koolstof (C) geoxideerd wordt tot kooldioxide (CO_2). Bij deze reactie wordt het bichromaat geoxideerd tot drie-waardig ionogeen chroom (Cr^{3+}). Het gevormde Cr^{3+} -ion wordt fotospectrometrisch bepaald (intern voorschrift DGW - Middelburg, W. Schreurs; in: Groenewold & v. Scheppingen, 1990).

4. Resultaten verwerken

4.1. Opslag van de gegevens

De verzamelde gegevens worden in de computer opgeslagen, om er mee te kunnen rekenen en statistische programma's op toe te kunnen passen.

Bij DGW-Middelburg zijn twee systemen ontwikkeld die gebaseerd zijn op een eigen standaard filestructuur voor de invoerfiles van de applicaties. De namen van deze systemen zijn 'BIO' en 'MAT' (Bil, 1988a,b).

Het BIO-systeem wordt vooral gebruikt om tellingen in op te slaan. Het MAT-systeem is breder toepasbaar en de invoerfiles bevatten matrixen met waarden. In de kop van elke MAT-file staan administratieve gegevens, zoals wat er in elke kolom staat. Rond de MAT-files zijn bij DGW algemeen toepasbare programma's gemaakt (Bil, 1988a,b).

Datafiles in het BIO-systeem kunnen worden omgezet naar datafiles in het MAT-systeem en v.v.. Uit het verwerkings-schema (zie bijlagen) is op te maken hoe het hele systeem in elkaar zit en wat er voor mogelijkheden zijn om daarmee te werken.

4.2. Dichtheid en verspreiding

De dichtheid van het meiobenthos wordt standaard gegeven per 10 cm² voor het totaal aantal individuen per station en aantal taxa per station, alsmede in aantal individuen per taxon weergegeven. Daarbij worden maximum en minimum waarden, de gemiddelde waarden met bijbehorende standaarddeviatie en de frequentie berekend. Bovendien wordt per station de dichtheid van de taxa in percentages berekend.

Er wordt in het algemeen onderscheid gemaakt tussen 'echte' en 'tijdelijke' meiofauna, waarbij de laatste meest juveniele stadia van het macrobenthos (bv. larven van Polychaeta, Mollusca, Crustacea of Echinodermata) zijn.

4.3. Diversiteit

Er zijn diverse maten om de diversiteit van een gemeenschap te beschrijven. Dit kan zowel in aantal soorten (soortenrijkdom) als in spreiding van de individuen over de soorten (evenness).

Er is in dit geval gekozen voor een drietal indices (vgl. Groenewold & v. Scheppingen, 1990 ; Smol et al., 1989).

De dominantie index van Simpson, SI (Simpson, 1949) geeft de waarschijnlijkheid aan dat twee willekeurig getrokken individuen uit een monster tot hetzelfde taxon behoren.

De Heip-index voor evenness, E(H) (Heip & Engels, 1974) is een maat voor spreiding van de individuen over de taxa. Hoe hoger de index, des te hoger de spreiding.

De diversiteitsreeks van Hill, (N_a) (Hill, 1973) is een serie van in rangorde oplopende diversiteit. De index geeft voor een lage rangorde de diversiteit waarbij de nadruk op het voorkomen van zeldzame soorten ligt, terwijl bij hogere rangorde's de nadruk komt te liggen op de dichtheid van algemene soorten (Hill, 1973; Soetaert & Heip, 1990).

4.4. Nematoda/Copepoda (N/C) ratio

De N/C ratio, als verhouding van het aantal nematoden tot het aantal copepoden, werd voor het eerst ingevoerd door Parker (1975) en Raffaelli & Mason (1981).

Deze ratio kan een indicatie geven van de mate van de vervuiling van een gebied. Maar voor de interpretatie van de N/C ratio is het belangrijk te weten dat deze beïnvloed wordt door o.a. het type sediment en de aard van de vervuiling (organisch, anorganisch) (Vincx & Heip, 1989).

4.5. Classificatie

Vindt er in het kader van een monitoringsprogramma een uitgebreidere survey plaats, met het doel naar de ruimtelijke verspreiding van gemeenschappen te kijken, dan wordt er gebruik gemaakt van de clusteringsmethode TWINSpan (Two Way Indicator SPecies ANalyse) (Hill, 1979).

Een TWINSpan - programma werd gebruikt om verwantschappen en verschillen te vinden tussen stations. Op basis van een dichotome splitsing worden eerst de stations geklassificeerd en daarna de taxa. Het resultaat van deze klassificatie wordt verduidelijkt door middel van een 2-weg tabel (Groenewold & v. Scheppingen, 1990).

Andere mogelijkheden die nog nader bestudeerd kunnen worden, zijn DECORANA, CANOCO en KLUS.

4.6. Correlaties met (a)biotische factoren

Op basis van lineaire regressie wordt gekeken of er een verband bestaat tussen de verspreiding van het meiobenthos en het macrobenthos, en of de biotische factoren met abiotische parameters per monsterpunt correleren.

Bij vergelijking van de clusters die met de TWINSpan-clustering zijn berekend, wordt er gebruik gemaakt van een Kruskal-Wallis-toets (Siegel & Castellan, 1988). Daarbij wordt getoetst of de clusters significant verschillend zijn op grond van de genomen steekproeven.

Met behulp van Box- and Whisker-plots (Turkey, 1977) kan de mate van significantie in beeld gebracht worden.

5. Literatuur - Meiofauna

- Anonymus, 1988. Monitoringsprogramma voor de Waddenzee. Rijkswaterstaat, DGW, Directie Groningen, Directie Friesland, Directie Noord-Holland, Nota GWWS-88-003.
- Anonymus, 1988. Biologische monitoring. Rijkswaterstaat, Directie Zeeland, Dienst Getijdewateren, AXW-88.076.
- Anonymus, 1988. Guide-lines for monitoring methods to be used in the vicinity of platforms in the North Sea. Cooperating Marine Scientists a.s., GMS/ 1988-06-07: 32pp.
- Bill, W.D., 1988a. Programm's en bestanden rond MAT-structuren. Rijkswaterstaat (DGW), Nota GWIO-88.001.
- Bill, W.D., 1988b. Programm's en bestanden rond BIO-structuren. Rijkswaterstaat (DGW), Nota GWIO-88.002.
- Bos, H.R., S.A. de Jong, R.J. Leewis & W. Zevenboom, 1989. Verslag Benthos Workshop. Directie Noordzee (1^e Concept).
- Chandler, G.T., T.C. Shirley & J.W. Fleeger, 1988. The tom-tom corer: a new design of the Kajak corer for use in meiofauna sampling. *Hydrobiologia* 169: 129-134.
- Dalfsen, J. & S.E. Holtmann, 1989. De ruimtelijke verspreiding van het benthos in de zuidelijke Noordzee. Milzon-werkrapport dec. 1989.
- Elliott, J.M., 1983. Statistical analysis of samples of benthic invertebrates. Fresh-water Biological Association, Scientific Publication No. 25: 159pp.
- Elmgren, R., 1973. Methods of sampling sublittoral soft bottom meiofauna. *Oikos* suppl. 15: 112-120.
- Essink, K., 1989. Bemonstering en analyse van macroscopische bodemfauna van het sublittoraal van de Waddenzee. Rijkswaterstaat (DGW).
- Govaere, J.C.R., D. Van Damme, C. Heip & L.A.P. De Coninck, 1980. Benthic communities in the Southern Bight of the North Sea and their use in ecological monitoring. *Helgoländer wiss. Meeresunters.* 33: 507-521.
- Groenewold, A. & Y.C.M. van Scheppingen, 1988a. De ruimtelijke verspreiding van het benthos in de zuidelijke Noordzee. Milzon-benthos rapport nr. 02 (14-88). Rijkswaterstaat.
- Groenewold, A. & Y.C.M. van Scheppingen, 1988b. Verslag vaarpogramma Milzon-benthos zuidelijke Noordzee, voorjaar 1988. Milzon-benthos rapport nr. 03 (24-88). Rijkswaterstaat.
- Groenewold, A. & Y.C.M. van Scheppingen, 1989a. De ruimtelijke verspreiding van het benthos in de zuidelijke Noordzee, voorjaar 1988. Milzon-benthos rapport nr. 89-05 (MILZON 89-010). Rijkswaterstaat.
- Groenewold, A. & Y.C.M. van Scheppingen, 1989b. Verslag vaarpogramma Milzon-benthos zuidelijke Noordzee, 1989. Milzon-benthos rapport nr. 89-06 (Milzon 89-011). Rijkswaterstaat.
- Groenewold, A. & Y.C.M. van Scheppingen, 1990. De ruimtelijke verspreiding van het benthos in de zuidelijke Noordzee. De Noord-Nederlandse kustzone. Milzon-benthos rapport nr. 90-01 (MILZON 90-001). Rijkswaterstaat.
- Heip, C. & P. Engels, 1974. Comparing species diversity and evenness indices. *J. mar. biol. Ass. U.K.* 54: 559-563.
- Heip, C., K.A. Willems & A. Goossens, 1977. Vertical distribution of meiofauna and the efficiency of the Van Veen grab on sandy bottoms in Lake Grevelingen (The Netherlands). *Hydrobiol. Bull.* 11: 35-45.

- Heip, C., 1980. Meiobenthos as a tool in the assessment of marine environmental quality. Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer 179: 182-187.
- Hill, M.O., 1973. Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. Ecology 54: 427-432.
- Hill, M.O., 1979. TWINSpan - A FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes. In: Ecology and Systematics, Cornell University, Ithaca, New York: 1-48.
- JMG, 1976. Purpose c: The assessment of the existing levels of marine pollution; purpose d: The assessment of the effectiveness of measures taken for the reduction of marine pollution in the framework of the conventions. Joint Monitoring Group of the Oslo and Paris Commissions.
- Meer, J.v.d., 1988. Een optimal opzet van een bemonstering : lessen uit gestratificeerde aselechte steekproeven van macrobenthos. Concept - versie 1: 1-15.
- Parker, R.H., 1975. The study of the benthic communities : Model and Review. Oceanography, Series 9, Elsevier Publishing Company, Amsterdam.
- Pielou, E.C., 1974. Population and community ecology. Principles and methods. Gordon & Breach, New York. 424 pp.
- Raffaelli, D.G. & C.F. Mason, 1981. Pollution monitoring with meiofauna, using the ratio of nematodes to copepods. Mar. Pollut. Bull. 12(5): 158-163.
- Rees, H.L., C. Heip, M. Vincx & M. Parker, 1989 (concept). The use of benthic communities in monitoring point-source discharges. ICES: 25pp.
- Siegel, S. & N.J. Castellan, 1988. Non-parametric statistics for the behavioral sciences. McGraw-Hill, Singapore: 399 pp.
- Simpson, E.H., 1949. Measurements of diversity. Nature, 163: 688-688.
- Smol, N., R. Huys & M. Vincx, 1989. Studie van het meiobenthos van een dumpingsgebied van titaandioxyde-afval in de Nederlandse kustwateren, periode 1986-1987. Rapport Rijkswaterstaat Directie Noordzee.
- Soetaert, K. & C. Heip, 1990. Sample-size dependence of diversity indices and the determination of sufficient sample size in a high-diversity deep-sea environment. Mar. Ecol. Prog. Ser. 59: 305-307.
- Uhlig, G., H. Thiel & J.S. Gray, 1973. The quantitative separation of meiofauna. Helgoländer wiss. Meeresunters. 25: 173-195.
- Turkey, J.W., 1977. Exploratory data analysis. Addison-Wesley, Reading: 688 pp.
- Vincx, M. & C. Heip, 1989 (concept). The use meiobenthos in pollution monitoring studies. A review. ICES.

5.1. Determinatiewerken

- Barnes, R.D.. Invertebrate zoology, third edition. W.B. Saunders Company.
- Bronns, H.G., 1936. Klassen und Ordnungen des Tierreichs. 4.Band: Vermes. Akadem. Verlagsgesellschaft M.B.H. Leipzig.
- Hennig, W., 1984. Wirbellose I, Band 2, 5te. Auflage. VEB Gustav Fischer Verlag Jena: 392 pp.
- Hennig, W., 1986. Wirbellose II, Band 3, 4te. Auflage. VEB Gustav Fischer Verlag Jena: 335 pp.
- Hulings, N.C., 1971. Proceedings of the First International Conference on Meiofauna. Smithsonian Institution press, Washington.
- Hulings, N.C. & J.S. Gray, 1978. A manual for the study of meiofauna. Smithsonian Institution press, Washington: 84 pp.
- Holthuis, L.B., 1956. Fauna van Nederland, Isopoda en Tanaidacea. Rijksmuseum van Natuurlijke Historie, Leiden: 280 pp.
- Horsthuis, F. 1965. Raderdieren - Rotifera. K.N.N.V. No.59: 36 pp.
- Naylor, E., 1972. British Marine Isopoda, Symposes of the British Fauna. Academic Press London: 87 pp.
- Platt, H.M. & R.M. Warwick, 1983. Free-living marine nematodes. Part I British Enoplids. Kermack, D.M. & R.S.K. Barnes, Cambridge University Press: 1-307.
- Vervoort, W. 1946. Hydrozoa A. Hydropolypen. Rijksmuseum van Natuurlijke Historie, Leiden: 307 pp.

Diverse delen :

- * Die Tierwelt der Nord- und Ostsee
- * Synopses of the British Fauna (New Series)

BIJLAGEN

* Tellijst - Meiofauna (voorbeeld)

* Verwerkingsschema

Tellijst - Meiofauna (voorbeeld)

STATION		1/2	DATUM	BEMONSTERING:
				UITZOEKEN :
NEMATODA				
COPEPODA				
GASTROTRICHA				
TURBELLARIA				
ARCHIANNELIDA				
OLIGOCHAETA				
POLYCHAETA				
HYDROZOA				
TARDIGRADA				
OSTRACODA				
HALACARIDA				
ROTIF/				
NAUPLII				
BIVALVIA				
FORAMINIFERA				
ISOPODA				
CUMACEA				
NEMERTINI				
TANAIDACEA				
AMPHIPODA				
ECHINOCARDIUM				
OPHIURA SP.				
ASTERIAS R.				
GASTROPODA				

T
R
J
E

T
E
M
J
R
A
Y

M
E
I
O
B
E
N
T
H
O
S

Verwerkings-schema Bio-gegevens op de PC en HP-1000 ()

— File

■ Programma

